



TITLE:

電氣界面攪亂(第五報). 電場に於ける含水粒子の諸現象及び其水分含有量との関係

AUTHOR(S):

志方, 益三; 福渡, 七郎

CITATION:

志方, 益三 ...[et al]. 電氣界面攪亂(第五報). 電場に於ける含水粒子の諸現象及び其水分含有量との関係. 化学研究所講演集 1935, 5: 80-98

ISSUE DATE:

1935-08

URL:

<http://hdl.handle.net/2433/73564>

RIGHT:

電 氣 界 面 攪 亂 (第五報)

電場に於ける含水粒子の諸現象
及び 其水分含有量との關係

農學博士 志 方 益 三

農 學 士 福 渡 七 郎

I. 結 言

II. 電場に於ける 浮游含水粒子の諸現象

A 實驗裝置 及び 方法

B 觀察結果

1. 植物纖維粉末の觀察結果

2. 含水結晶粉末の觀察結果

C 現象の理論 及び 考察

III. 電壓に依る沈積含水粒子分散系の變化

A 交番電場の電壓效果

B 衝擊電場の電壓效果

C 交番電場效果の特質と水分含有量との關係

IV. 結 論

I. 結 言

電場内に於ける、誘電體粒子の運動配列等については、屢々觀察 及び 實驗が行はれてゐる。分子に就ては、例へば、R. Bennet 氏⁽¹⁾ は、パラフィンに電場内にて凝固せしめ、之をX線寫眞的に分子の配列を認め、又コロイドの分野に於ては、例へば、E. Muth⁽²⁾ が、交番電場に於て、エマルジョンの粒子が、聯珠狀に結合する状態を顯微鏡的に觀察した。又纖維粒子に就ては、鳥養博士⁽³⁾が、絶縁油中について、約 10^4 Volt/cm 以上の強電場に於ける運動を觀察され、絶縁油破壊の機構を研究された。我々はベンゼン其他の媒體中に於て、含水粒子(主として植物纖維粉末)の運動、結合、配列等をする現象を直交の電場に就いて、電壓、周波數等をかへて、觀察した。かゝる場合粒子の分散系全體としての電氣的諸量が、外電場の爲に、變化する模様を測定

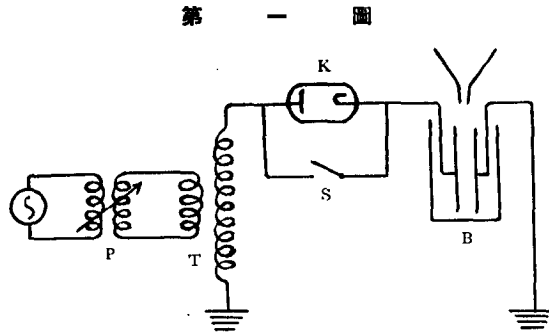
し、含水粒子分散系の受くる電圧効果を明かならしめんとし、特に交番電場の効果の特質を明かにすることが出来た。

又粒子の含有する水分の形態については、植物繊維の種類(1)、水分含有率(乾燥度)(2)及び結晶水(3)を変化せしめて其差を観察した。

II. 電場に於ける浮游含水粒子の諸現象

A 実験装置 及び 方法

第一圖の如く、Pなる誘導電圧調整器を経て、Tなる高圧變壓器に依つて所求の電圧を得る。Bは角型ガラス槽にして、中に一定距離に固定された2枚の電極板(金鍍金す)を有する、Sを閉せば任意の周波数の交番電場が與へられ、Sを開き、Kなる整流管(ケノトロン)及び捲線を通すれば、整流された直流電源が得られる。B電極に電壓を與へて、上方の漏斗より一定量(約1cc)の粉末を落せば、粒子が電場に應じて演ずる諸現象を観測することが出来る。又電源を開閉して、



粒子の沈下を利用し、適當なる位置に粒子を移動させることも出来る。

資料の纖維粉末としては、木粉(セルロシン)、木棉、脱脂棉、濾紙細片、泥炭粉(ツンドラ)等について實驗し、無機の含水粒子として結晶水5分子を有する硫酸銅を用ひた。これらの粉末は何れも實驗中、特殊のフラスコ中に入れて用ひ、含有水分量の變化無き様に注意した。

B 観 察 結 果

ベンゼン 又は液体パラフィンの中に於て、或る程度の水分を含有せる植物纖維粉末に就き、交番電場 及び 直流電場(10000 Volt 以下)の下に觀察される主なる現象は次の如きものである。

(a) 直交兩電場に共通の現象

- (1) 界面接着現象(極面接着現象)
- (2) 聯珠狀結合現象
- (3) 橋絡現象
- (4) 橋絡殘留效果
- (5) 電極面殘留效果

(b) 直流電場のみの現象

- (6) 電極間往復運動
- (7) 衝突現象
- (8) 正極面殘留效果
- (9) 攪伴作用

(c) 交番電場のみの現象

- (10) 振動運動
- (11) 兩極面殘留效果
- (12) 浮橋現象

(1)界面接着現象とは粒子が、粒子 又は粒子團と媒體、又は電極と媒體との界面に附着し行く現象を云ふ。この現象が電極間で成長し 聯珠狀に結合配列するものを(2)聯珠狀結合現象と名付ける、更に之が成長して 遂に兩極間を連絡するに至るものを(3)橋絡現象といふ、電場が充分強い場合には、この橋絡は、開路後もよく殘留する、電場が弱い場合も、極面に接着した粒子が開路後もその状態を殘留する、之等を各々(4)橋絡殘留效果 及び (5)極面殘留效果といふ。

直流電場に於いては、交流の場合と趣を異にし、粒子はよく運動する、粒子はその電場の強さに應ずる速度をもつて、電極間を(6)往復運動し、電極面にて大粒子は暫く靜止する。次第に電壓を高める時は、往復粒子間の(7)衝突が顯著となり、衝突と同時に完全に浮遊するもの 及び 速度 及び 方向を變ずるものがある。直流電場でも兩極面接着を起すけれども開路後殘留するのは、殆ど正極面のみである 之を(8)正極面殘留效果といふ又強電場では粒子の運動に伴ひ、液が(9)攪伴せられる。

交番電場に於いては、一般に粒子の運動は見られない。界面接着の現象が著しい、

充分強電場では 粒子の中には接着し乍ら(10)振動してゐるものが屢見られる, 又聯珠結合せるもの或は長い粒子は橋絡せずとも, 中間に浮んで固定されてゐるものがある之を(12)浮橋と名づけた.

B 1. 植物纖維粉末の觀察結果

植物纖維粉末は大體種類を問はず 纖維素を主體とせる限り 類似の現象が觀察される, 今その中代表的な 2, 3 に就いて觀察結果を述べる.

〔第 1 例〕 資料粉末, 木粉(粒子の大きさ 0.5 mm 商名セルロシン)含有水分, 11.74 %.

媒體, ベンゼン. 室温(17°C)

100 Volt/cm

直交流共に現象を見ず,

250 Volt/cm

A. C. (交流): 現象を見ず,

D. C. (直流): (1)極面接着僅かに起り, (2)往復運動をする粒子がある.

500 Volt/cm

A. C.: 一部の粒子が極面接着を初める.

D. C.: (1) 1 個 又は數個の聯珠結合粒子團が兩極間を往復運動する 代表的な粒子に就き その平均速度を測定するに, 約 3×10^{-3} cm/sec/volt である.

(2) 聯珠狀結合粒子は次第に成長して, 下方に引形の橋絡を完成する.

1000 Volt/cm

A. C.: 500 Volt/cm と同様である.

D. C.: (1) 粒子往復運動の平均速度は約 3×10^{-3} cm/sec/volt (2) 往復粒子も屢, 極面接着をする.

2000 Volt/cm

A. C.: (1) 初めて橋絡現象を呈す, (2) 大部分の粒子が沈降することなく, 極間に止まるに至る.

D. C.: (1) 往復粒子の平均速度約 2.3×10^{-3} cm/sec/volt (2) 粒子の運動速度大となり互ひに衝突し, 粒子は浮游状態を呈する者あり, 不規則なる運動をするに至る. (衝

突現象).

3000 Volt/cm

A. C.: (1)開路後兩極面に粒子が接着残留し初める, (兩極面残留效果) (2)聯珠結合せる粒子が中間に浮びて静止す(浮橋現象).

D. C.: (1)粒子の大部分が橋絡静止し, 一部の粒子の運動速度大となるも目測困難となる. (2)極面接着現象は減退する.

5000 Volt/cm

A. C.: (1)橋絡, 浮橋, 兩極面残留等の現象を呈すること同前なり, (2) 橋絡暫時残留するに至る.

D. C.: (1)運動粒子益々減退し橋絡粒子が大部分となる, (2)開路後正の極面にのみ粒子が暫時接着残留する(正極面残留效果).

8000 Volt/cm

A. C.: 大體同前

D. C.: (1)電極間外の粒子が極間内へ吸引せらるゝを見る, (粒子吸引作用) (2)往復粒子の速度大きく追跡し難し, (眼に對する臨界速度) (3)正極面残留效果を見ること前と同じ.

10000 Volt/cm

A. C.: (1)尙一部の粒子は電極間を沈降する, (2) 橋路の一部で時々粒子が移動又は振動をする, (振動運動) (3)開路後, 橋絡よく残留し, 其の強度大である. (橋絡残留效果)

D. C.: (1) 往復粒子の運動による液の攪伴が液面の波紋で知られる, (攪伴作用) (2)橋絡残留するも機械的強度はより弱い.

〔第2例〕 含有水分量 4.64 % の木粉(セルロシン)媒體ベンゼン, 温度 17°C.

250 V/cm に至り, 直流電場にて僅かに極面接着を見る, 500 V/cm にて粒子の往復運動が見られ, 交流には現象は見られず, 直流電場 1000 V/cm で, 極面接着がやゝ著しくなり, 同 2500 V/cm では, 粒子の大部分は極面接着する, 又 聯珠結合の往復運動が見られる. 同 5000 V/cm では, 聯珠現象より次第に成長し, 時間をおけば橋

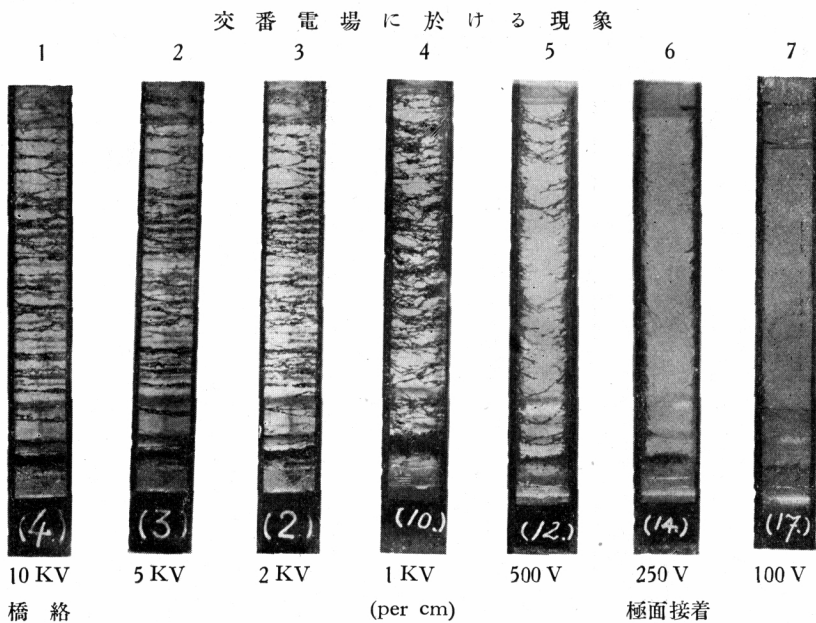
絡が発達して来る。交流電場では相變らず現象が見られない、この乾燥せる繊維粒子に於いては、直流電場で界面接着現象が特に著しく他の諸現象は何れも多少見られるが著しくない。

〔第3例〕 ツンドラ粉末(粒子の大きさ 1 mm 以下、水分約 12%)媒体、ベンゼン、室温(25°C)

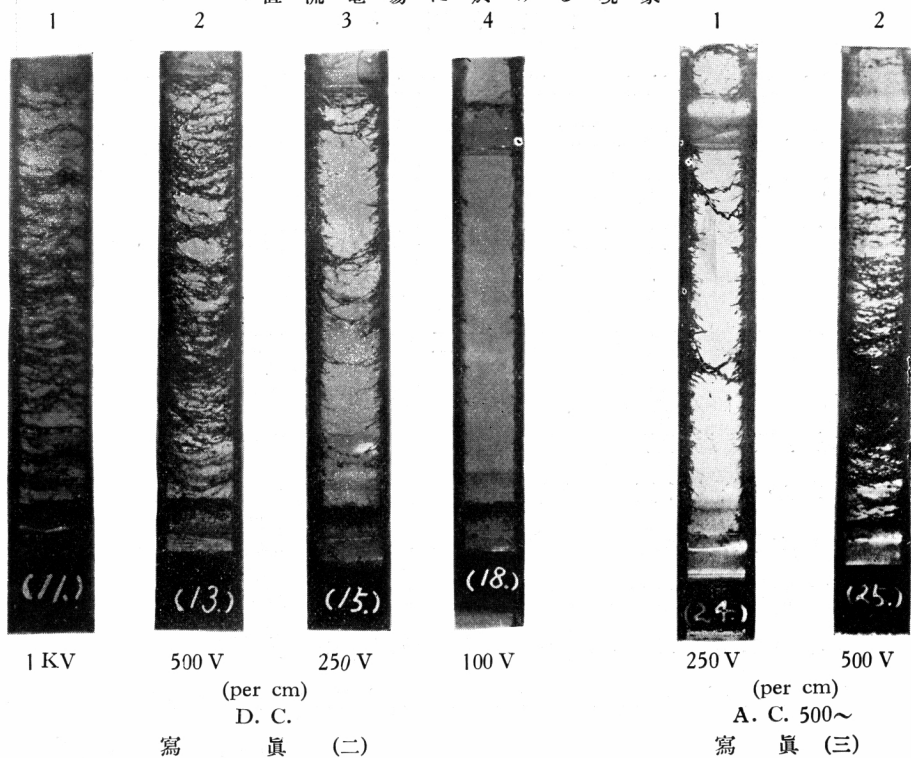
一般に同じ植物繊維の木粉より現象が活潑である。又粒子が着色せる爲に観測に便である。

(I) 電壓 及び 周波数との關係。

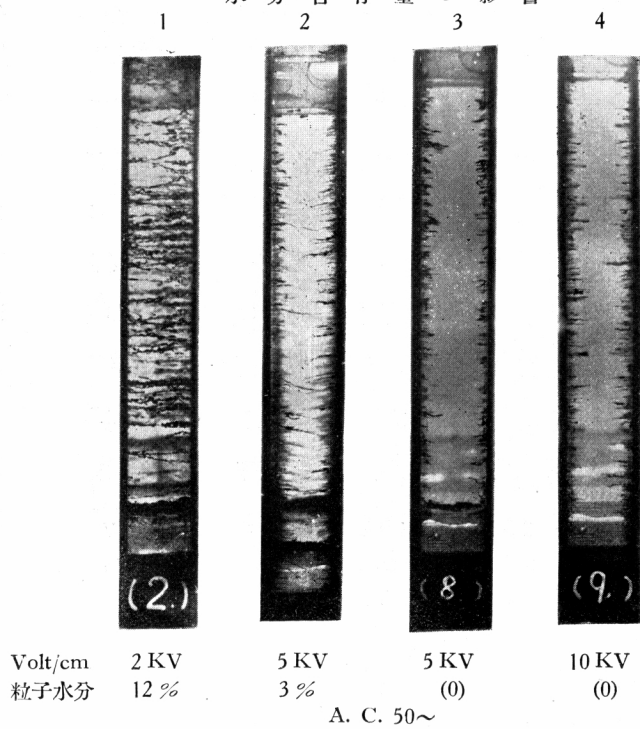
電壓に就いては 第1例と略同様である。直交流を比較すると、交流 50 サイクル、500 V/cm に於て 見らるゝ現象(寫眞一の 5)は、直流 250 V/cm に於ける現象(寫眞二の 3)に相當してゐる。但し橋絡に關する限りである。同様に前者の 1 KV/cm は後者の 500 V/cm に當つてゐる。500~ にても 50~ 以上によく橋絡が行はれた。(寫眞三) 交番電場の特質として一般に粒子の連續運動が殆んど行はれない。周波数については、



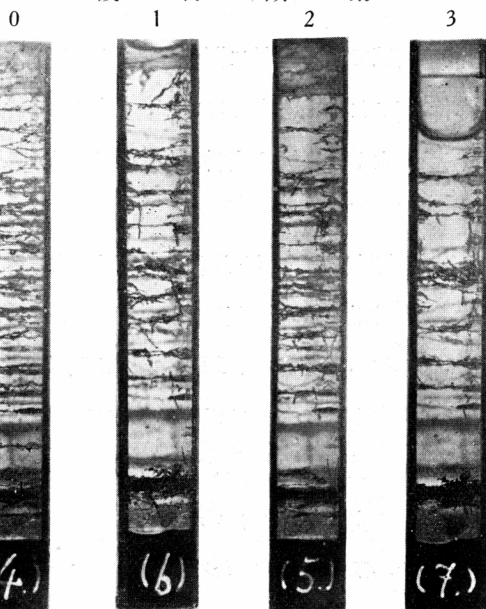
直流電場に於ける現象



水分含有量の影響



残 留 効 果



{10 KV/cm
50~

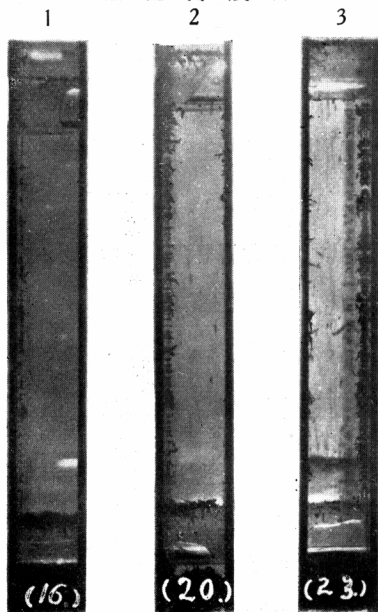
開路直後

17時間

47時間

寫 眞 (五)

正 極 面 残 留



+ -

+ -

- +

媒體

ベンゼン

10分

加電

寫

液體

40分

加電

眞

パラフィン

24時間

放置

(六)

正極面残留粒子の攪亂



+ -

~

- +

2 KV

D. C.

2 KV

50~

媒體, 液體

パラフィン

寫

眞

(七)

少くとも極めて低周波の領域では周波数に關係する。粒子の大きさは大きい程橋絡し易い、粒子の大きさは篩別に依つたので嚴密でないが、木粉に比して橋絡の早いのは粒子が大きい爲である。粒子の大きさの影響も交番電場に著しい様である。

(2) 水分含有量との關係(寫眞四)

前記木粉について、11.74%と4.64%と比較せる場合と同様に、水分に依つて著しい差があるが、其影響は交番電場に一層顯著である。寫眞は交流50~の場合、水分12%、3%、0%を比較すると、3%では5KV/cmで0%では10KV/cmで少數の一部の粒子が極面接着するのみで大部分は電場の力では留らずに沈降して下ふ。

(3) 殘留效果

寫眞(五)は、10KV/cmの交流(50サイクル)を十數分加へた後、開路するも、長く橋絡を殘留する状態を示す、47時間後はベンゼンの蒸發して來てゐるに拘らず之を支へて居る。

寫眞(六)は、直流電場の正極面殘留を示す、媒體がベンゼンの時よりも、粘性な液體パラフィンの場合に顯著である。之等の殘留粒子は逆方向の直流電場又は交番電場を加へても容易に離反しないこと寫眞(七)に見らるゝ通りである。

B 2. 含水結晶粉末の觀察結果

資料として硫酸銅 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ (計算水分36%)を乳鉢にて粉末とせるもの、及び之を250°C以上に加熱して無水粒子とせるものについて同じ實驗觀察を行つた。比重が大きい爲に、媒體として、液體パラフィンのみを用ひた。ベンゼン中では早く沈降して現象が見られない。

〔例1〕資料 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 媒體、液體パラフィン。

1000 V/cm: D. C. では僅かに粒子の往復運動あるも速度は遅い。

A. C. では全部沈降する。

2500 V/cm: A. C. 粒子が極面接着し毛立する。

D. C. 粒子の運動速度 2.7×10^{-4} cm/sec/volt.

5000 V/cm: A. C. 橋絡現象を呈す。粒子の運動なし。

D. C. 粒子運動速度 2×10^{-4} cm/sec/volt.

7500 V/cm: A. C. 美麗なる橋絡現象あり.

D. C. 粒子速度 2.7×10^{-4} cm/sec/volt. 強直流電場では粒子の往復運動, 衝突等極めて猛烈にして, 粒子の聯珠結合, 橋絡等を呈することなく一種の混濁状態を呈す.

〔例 2〕 無水硫酸銅, 媒體, 液體パラフィン.

1000 V/cm: 直交共に現象なし.

2500 V/cm: 直流電場にて僅かに粒子の往復運動を見る. 平均速度 4×10^{-5} cm/sec/volt.

5000 V/cm: A. C. 一部極面接着す.

D. C. 粒子の往復運動平均速度 1.2×10^{-4} cm/sec/volt.

7500 V/cm: A. C. 極面接着著明となる.

D. C. 往復運動速度平均 1.6×10^{-4} cm/sec/volt.

硫酸銅結晶粉末では, 直流電場においては, 特に界面接着現象 及び 之に關する現象が殆んど見られず, 粒子は帶電體の性質を顯著に示して恰もイオンの運動を見る感じがする. 然るに交番電場では界面接着 及び 之に關聯する, 聯珠, 橋絡共に美しい現象が見られた.

C 現象の理論 及び 考察

1) 直流電場では, 粒子の電極間の往復運動が行はれるが, 之は 同一粒子が正負何れにも荷電し得ることを示して居る. 然るに交番電場(60 サイクル)では既に この電荷運輸の運動は上記電極間では觀察されないのみならず, 一般に粒子の廻轉移動等の運動が少い, 直流電場では粒子が1箇である時は勿論, 粒子の結成團である聯珠狀結合體も亦全體として兩極間を往復し, 電荷運輸者として作用する. 電極面における充放電には大體粒子 又は粒子團の大きさに比例する様であるが 他の條件に依つて理想的に行はれて居らぬ場合が多い. 傾向としては 粒子の靜電容量に應じた量の荷電をしてゐると考へられる. 粒子の運動速度(v)を見るに, 第一表の如き結果となる. 従つて $v/E = \text{const}$ と見られる. 然るに 荷電と電壓 E との關係は粒子を一つの蓄電器と見て $Q/E = C \dots \dots (2)$ C は粒子の靜電容量である. 運動粒子については, 暫く媒體

第 一 表
粒子の平均速度 (cm/sec/volt)

粒 子	媒 體	電 場 の 強 さ (E)		
		500 Volt/cm	1000 Volt/cm	2000 Volt/cm
木 粉 (水分 11.74 %)	ペ ン ゼ ン	3×10^{-3}	3×10^{-3}	2.3×10^{-3}
		2500 Volt/cm	5000 Volt/cm	7500 Volt/cm
硫 酸 銅 (水分 36 %)	液 體 パ ラ フ ィ ン	2.7×10^{-4}	2×10^{-4}	2.7×10^{-4}
無 水 硫 酸 銅	" "	0.4×10^{-4}	1.2×10^{-4}	1.6×10^{-4}

を考慮せぬ時は、

$$\frac{1}{2} mv^2 = QE$$

$$\therefore \frac{1}{2} m \left(\frac{v}{E} \right)^2 = C$$

$$\therefore \frac{1}{2} m (\text{const})^2 = C \dots \dots \dots (3)$$

粒子の質量を一定にすれば、粒子の静電容量が與へられ、従つて(3)式によつて、粒子の静電容量は 10000 Volt/cm 以下において 大體電壓の影響を受けず一定であると見られる。然るに球の静電容量 即ち誘電率 ϵ は主として含有水分によつて決定される(先報参照)から、(3)式の成立する事は結局含有水分は電壓によつてかゝる意味の著しい變化を受けてゐないことを示してゐる如くである。詳しくは 尙研究の餘地がある。大體において(3)式の成立することはコロイドの電氣泳動速度 ($u = \text{const. } \zeta DH/\eta$) に相應し、肉眼的細粒子もコロイドの微粒子と電氣的性質は同一に論じうると云へる。問題はコンデンサーとしての粒子の内容であらう。

2) 電極面接着現象は直流では粒子の含有水分量大なる時は 一層減退し、交流では含有水分大なる程著しい、それは直流では粒子の含有水分量を増加すると、帯電體としての性質の方が著しくなり、従つて往復運動が活潑になつて電場内を攪亂するからである。試みに空中の高壓電線上に木粉を掛けると、直流高壓ならば其極性(正負)の如何を問はず、粒子を反撥飛散し、交流高壓ならば粒子は電線上に接着毛立して、直流の著しい對象が見られる。

界面接着 及び 之に關聯する諸現象は 二つの理由に依る、第 1 は 粒子の誘電恒數

(ϵ) が媒體の其より大なる時、粒子は均一電場を亂してその尖端に電場の強い勾配を作る。これに近在する粒子はその強い勾配に吸ひ込まれて互に接着する事である。例へば絶縁油中の塵芥⁽⁴⁾が水を含む場合 ($\epsilon=81$ と假定して) 含まざる場合 ($\epsilon=4$ として) に比して塵芥粒子の端部の電界強度は約 11 倍に計算せられる。この理由は直交を問はない、第 2 の理由は粒子の成極作用である、電界内では誘電體は一つの変極子として作用し、その成極が電場の變化に追従し得る場合は交番電場の周波數に比較的無關係であり E. Muth がエマルジョンの聯珠狀結合現象と周波數との間の關係を認めなかつたのは恐らくかゝる理由に依る。我々の肉眼的粒子に就て、極て低周波の範圍に周波數の影響を認めたのは、粒子の成極が相當の時間を要することを示してゐるものであらう。

3) 聯珠狀結合乃至、橋絡現象は、界面接着が電氣力線に沿ひ成長せるものである。従つて同理論に依り之を解釋することが出來よう。この粒子をある形に集結せしむる作用は、電氣的並に電氣化學的に又應用上にも意義ある効果を分散系に與へるものである。

4) 殘留效果として觀察された、極面接着 及び 橋絡殘留は、交流の場合に強いが、之は、粒子の集着した結果の機械的又は構造的な力と、一部は粒子の成極、又は殘留電荷の力とに依ると考へるのが至當であらう。直流電場では正極面殘留をする、粒子の殘留電荷(束縛電荷)が負であることは興味深い、粒子を一つの蓄電器と考へ充電された電荷がベンゼンの絶縁性によつて暫く束縛された形になるとすれば、殘留效果は説明せられるが負電荷の殘留を説明することが出來ない。

粒子の荷電の符號については Coehn の簡單な法則が知られてゐるが、含水纖維の場合、透電恒數のより小なるベンゼン中にも矢張り、水中と同様に負の電荷を帯びてゐる事はこの法則では説明出來ない。又含水纖維粒子の負殘留電荷が可成り強電壓において初めて束縛的である事は、一つは放電機構の正電極の特質と、他は電壓による粒子内のイオン組成の變化とが考へらる、換言すると界面の電子的性質と、粒子内電解作用とである。前者は針端放電の機構から又後者は吸着水の電解から、想像に依つて若干の説明が出来る様に思ふ。尙研究の餘地がある。

5) 以上 諸現象を総合的に考察すると、今真空を媒體とし其中に透電恒数 ϵ 、半径 a なる誘電體球は、外電場の強さを E とすると、充分大なる球に 就いては近似的に、 $m = a^3 \frac{\epsilon - 1}{\epsilon + 2} \dots\dots (4)$ なる能率を有する双極子として外に作用し、 E が無渦動である爲の條件を入れると、球が e なる電荷を帶ぶる時は、 $K = eE + \frac{1}{2} a^3 \frac{\epsilon - 1}{\epsilon + 2} \text{grad } E^2 \dots\dots (5)$ なる力を受ける。

直流電場では上式右邊第 1 項が特に注目すべき項となり、殊に結晶粉末が含水せる時はその結晶水の誘電恒数が小さい(硫酸銅の結晶水の ϵ は 6.22 となる)に拘らず、恰もイオンの如くベンゼン中を運動する。

交流の場合は第 1 項が減退して第 2 項が主體となる、粒子の充電時間から考へて數十サイクル以上の交流では第 1 項は實際には消滅してゐるかも知れない。第 2 項即ち粒子の大きさ(1) 粒子の誘電恒数 従つて含有水分量(2) 及び 電界分布(3) が重大因子となることは觀察結果と一致する。

含水粒子の集合體 即ち分散系としての變化を次の如く電氣的に測定した。

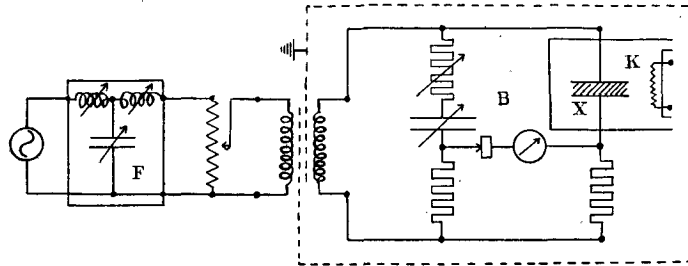
III. 沈積せる含水粒子分散系の電壓に依る變化

粒子個々の運動配列は上記の如く一々觀察し得るけれども、電極間に粒子が充填又は沈積したる場合、換言すれば 粉末コンデンサーの内部に至つては一々觀察することは不可能である之を系の電氣的諸量を測定する事に依つて同様の諸効果が與へられて居る事が分つた。即ち 粒子分散系として受ける電壓効果を上記諸現象 及び 電氣的諸量の變化に依つて明かにせんとするものである。

A 交番電壓の電壓効果⁽⁶⁾

先づ交番電壓を一定時間加へたる、課電中 及び 課電後の含水粒子分散系蓄電器の電氣的諸量(靜電容量、抵抗、誘電體損)を他の固定電源(周波數電壓を一定範圍に固定したるもの)に依つて測定したる所、(第二圖は測定裝置略圖)約 500 Volt/cm までは著しき効果を認めず、然るに沈積層をなす纖維粉末蓄電器に於いては粒子は既に相接してゐるから、前記觀察結果よりするも、500 V/cm までに於ては、粒子の配列に著しい變化があると思はれない。故に 500 Volt/cm 以下で 電氣的諸量に著しい變化なき事實から粒子内の含有水分その他に電壓が効果を與へないと結論することが出来る

第 二 圖



S: 電源 F: 階段濾波器 B: 測定電橋

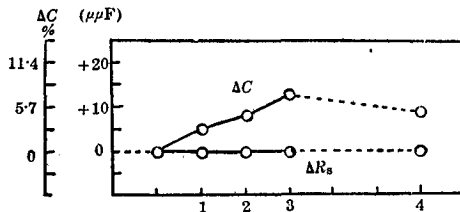
K: 恆溫恆濕槽 X: 分散系蓄電器

と思ふ。

次に更に強電場に就いては、上記観察結果よりすれば、直線的橋絡現象を起すのは約 2 KV/cm の電場からである。沈積粒子に対する強電圧の効果を見ると、第三圖は其 1 例である。加電圧 (V) 加電時間 T との積を略一定ならしめる ($V \times T = k$) と系の静電容量が直線的に増加した。

然るに同一電圧 (5 KV/cm) について媒體ベンゼンの沈積系に対しては (第四圖參照), 電壓效果に飽和値のある事が知

第 三 圖



媒 體 は 空 氣

横軸	加電圧 (380~)	加電時間
1	3.3 KV/cm	6 分
2	6.6 "	4 分
3	10.0 "	2 分
4	數時間放置後	

られる。與へられた電壓に對して一定度の粒子配列が完成すると考ふればこの事實の一部は説明せられる。

依つて更に電壓を 2 倍の 10 KV/cm に増大すれば、静容量の増大率も亦約 2 倍の飽和値を示す、長時間電壓を印加すると熱効果が大きくなるので、充分電壓效果の飽和値を實驗し難いが、電壓との關係は比例する、

静容容量従つて系の透電恒数は規則的な變化を示すが、熱效果に依つても同様の増大をするので、電壓效果を見るのに適しない。

然るに直列抵 R_s の變化は、不規則な傾向をもつてゐるが、電壓效果は熱效果と反

對にあらはれた。熱効果は初期

には直列抵抗を低下せしむる性質のものであるが、第四圖に依れば、電圧効果は直列抵抗を増大を示し、而も増加歩合が、靜電容量と完全に一致してゐる。

この R_s の増大は 明かに 電壓効果として判斷し得ると思ふ。

(この現象は 分布函数論的に考へ興味深い)更に 10 KV/cm に電壓を上げるとにも熱効果が現れる。電壓効果を一層進める爲には熱効果を伴はぬ方法を考案すべきである。

熱効果をも含んでゐる可き靜電容量の増大は、恰も、寫眞(五)に見る橋絡の残留に相當してゐる

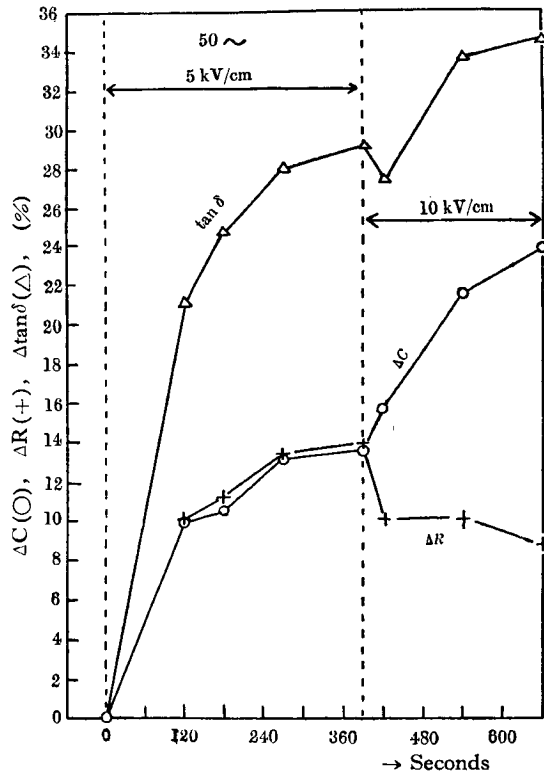
こと、第五圖に示す通りである。熱効果を與へて同様の實驗を行へば十數時間にして、靜電容量 及び 直列抵抗ともに原値に復歸したから、この残留は、熱効果以外の効果即ち電壓効果である一證左である。

殊に R_s 増大は、一般に誘電體において、等價直列抵抗は、等價並列抵抗とは逆比例する、 $R_s \propto 1/(w^2 C^2 R_s)$ であるから、電壓効果は系の電氣傳導度を増大せしめてゐる之は橋絡が出來てゐると解釋するとよく説明せられる。

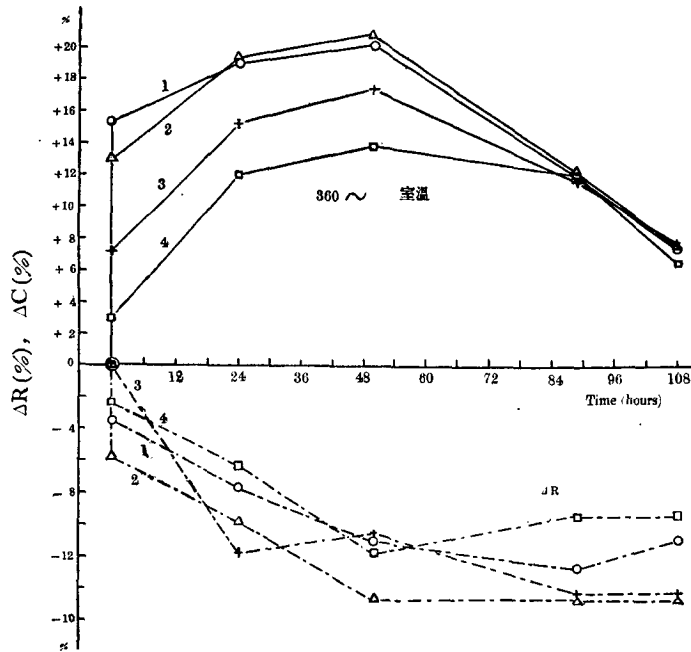
以上の測定に依り 分散系には電壓効果が與へらる、(熱効果 即ち 電流効果とは別に)と結論され、而も電壓効果は橋絡現象を少くとも起してゐるものであると結論される。

B 衝擊電場の効果

第 四 圖

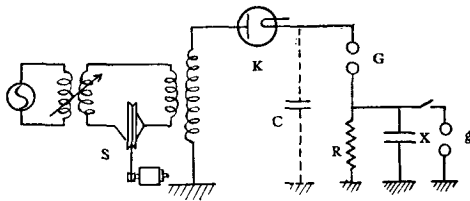


第 五 圖



熱効果を伴つた電圧効果から熱効果をさし引くといふ消極的方法は、電圧効果を純粹に出したと云へない。直接に電圧効果を強くし、熱効果を少なくする方法とし

第 六 圖



て、衝撃波を用ふる方法がある。

第六圖の如き方法を用ひた。S は廻轉開閉器で、G なる間隙を飛ぶ衝撃波に應じた速度で廻轉せしめる。

K は整流管(ケノトロン)、X は纖維粉末をベンゼン中に分散せしめた系

第 二 表

	I	II	III	IV	Δ(%)
C(μF) 前後	460 456	340 343	433 432	407 420*	+3.3
Rs(・10 ⁴ Ω) 前後	5.2 5.2	7.2 7.2	5.2 5.2	5.5 5.5	0.0

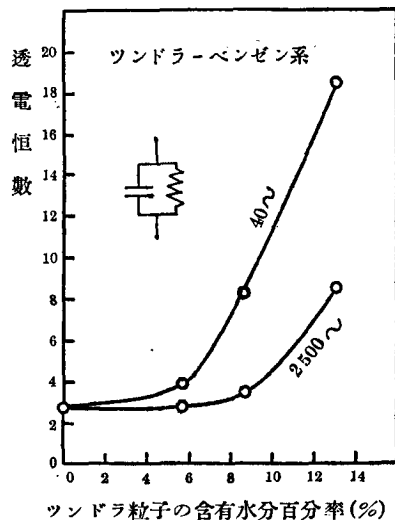
を誘電體とする蓄電器である。

豫備實驗結果の一例を示せば、第二表の如くである。I II III は對照實驗、IV のみに衝擊波を加へた。最高電壓 5600 ヴォルト、交互に極性を切換へ 100 回印加して 3.3 % の靜電容量の増大を示し、抵抗に變化を來さない。實驗結果としては、衝擊波の効果は粒子に内部的効果をより多く與へるのでないかと思はれる事 及び 極めて短時間 (10^{-6} 秒) の電壓もよく効果を與へ得るといふ可能性を示して居る。この實驗は更に定量的に行へば興味ある結果を得るであらう。Clark⁽⁵⁾ 等の實驗に依れば、反覆印加に依る纖維絶縁體の破壊に就て、電壓の如何に拘らず、各電壓印加時間 (T) と印加反覆回数 (R) との積は同電壓を連續印加して破壊に至る時間 K に等しい $T \cdot R = K$ といふ結果をえてゐる之を衝擊破の場合と比較すると、衝擊波の周期はマイクロ秒の程度だから 100 回印加しても、 10^{-4} 秒程度に過ぎぬ。故に 第四圖の結果を参考とすると、衝擊波の効果は極めて効果的である。

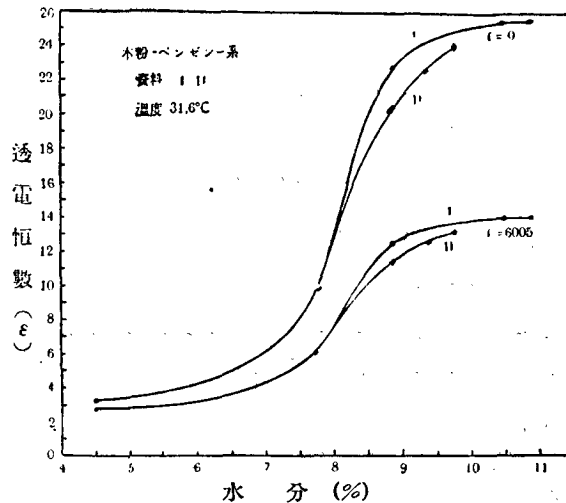
C 交番電場効果の特質と含有水分量との關係

以上の結果より沈積系に於ても 浮游粒子に就いて 觀察された諸現象が行はれてゐると思はれる。總括的に見て 交番電場に於いては 實際上粒子の帶電體として性質が消滅して、成極作用としての性質を強く出す所が注目すべき特質であると結論されると思ふ。即ち第五式右邊第 1 項が消滅して第 2 項即ち成極作用によつて交番電場効果が與へられる可きである。換言すれば粒子の透電恒数が電壓効果を決定する。然るに系の透電恒数は水分によつて第六圖 及び 第七圖の如く變化し、従つて木粉においては水分 7 % 以上の含水粒子に對して急激に交番電場効果が與へられる。含有水分量と交番電壓効果との數量的關係は別に報告する等であるから省略するが、要するに大體において含有水分に對して

第 七 圖



第 八 圖



$f=0$ は外挿して得た値にして I II は資料別である

は透電恒数と比例した交番電圧効果が與へらるゝと見て差支へない。従つて我々の上記實驗結果も結局、少くとも5%以上の含水粒子に就いて見らるゝ諸現象である。然し同じ含有水分5%でもその形態の如何に依つて効果も異なるであらう。纖維粒子の電氣的性質が屢、應用せらるゝ様になつて來たが、かゝる點は相當重要に考慮せらる可き點と思ふ。

IV. 結 論

1) 浮游せる含水粒子並びに其粒子の沈積分散系に就いて、主として電場の影響を全く受けないベンゼンを媒體として、10000 Volt/cm 以下の直交電場の下に示す諸現象を觀察分析した。

2) 直流電場の弱電場では粒子は寧ろ帶電體としての性質をよく現はし、且つ粒子は正負何れにも帶電されるが、殘留するのは纖維粒子に於ては負電荷である。帶電體としての性質は植物纖維粒子より結晶粒子の方が顯著で、又兩者とも粒子の含水量に比例して著しくなる。纖維粒子の場合は、強電界になると成極作用と界エネルギー効果とが大きくなり却つて美しい橋絡をする。

3) 交番電場では實際上帶電體としての性質が消え、成極作用に依る現象が明かになり、従つて含水粒子の透電恒数及び粒子の尖端電界強度を決定す可き含有水分量が重大因子となる。従つて含水量と透電恒数を測定すれば交番電場の分散系に與へる効果を推定する事が可能である。

4) 次に含水粒子の沈積分散系について、系の電氣的諸量殊に直列抵抗の交番電場

による變化、及び 其效果の殘留する狀態を測定した結果、浮游粒子の場合と同様の界面接着 及び 之に類する諸現象の行はれてゐる事が推定され、又、電壓が衝撃的に與へらるゝ場合も亦、相當效果的である事を見出し、熱效果に反對する電壓效果を一層明かにする事が出來た。

本研究の一部は、財團法人理化學研究所、西研究室で行つたものである。西健博士の御指導を得たる事を深謝する次第である。(第7回大阪講演會に於て發表)

参 考 文 獻

1. R. D. Bennet: Frank. Inst. Vol. 211. No. 4 (1931) p. 481.
2. E. Muth: Koll Zeitschr. 41 (1927) S. 97.
3. 鳥養(利): 電氣評論 16 (昭3) 901 頁.
望月(重): 電, 學, 雜(大15)319—324 頁.
4. 鳥山(四): 電, 學, 雜(昭3)75 頁.
5. F. M. Clark: A. I. E. 44 (1925) p. 3.
6. 西(健). 福渡(七). 理研彙報. 13 輯(昭9) 329 頁.